



GÖTEBORGS UNIVERSITET

Multimodal undervisning i matematik

Marie Muhrén

Handledare: Christian Bennet

Examinator: Thomas Lingefjärd

Examensarbete på avancerad nivå (15 hp)

Rapportnummer: HT16-2930-015-L3XA1A

Sammanfattning

Multimodalitet är ett relativt nytt begrepp som inte är förankrat vare sig i lärarkollegiet på skolorna eller i lärarutbildningen. Som bakgrund till detta examensarbete ligger den litteraturstudie jag gjorde tillsammans med Matilda Tinér hösten 2015. Syftet med den empiriska studien är att få veta vilka modaliteter lärare använder och kombinerar i sin matematikundervisning och vilka de önskar använda i det ”perfekta” klassrummet. För att komma fram till det resultatet användes en kvantitativ metod, en enkät, för att få svar på frågorna. Två frågor plockades ur enkäten och de svaren ställdes sedan mot varandra. Studien visar att de modaliteter lärarna svarade att de använder och kombinerar var ganska likt det de önskar använda och kombinera i det ”perfekta” klassrummet. För att analysera resultatet användes David Talls och Eddie Grays teorier och begrepp om den grundläggande matematikinläringen hos eleverna.

I den svenska läroplanen beskrivs modaliteter som uttrycksformer och där kan lärarna hitta stöd för att vara mer multimodala i sin undervisning.

English title: Multimodal mathematics teaching

Nyckelord: multimodalitet, representationer

Innehållsförteckning

1. Inledning.....	1
1.1 Skolan och multimodalitet	1
1.2 Internationella och nationella mätningar.....	2
1.3 Syfte	2
1.4 Frågeställning	3
2. Begreppsdefinitioner	3
3. Tidigare forskning	4
3.1 Olika multimodala perspektiv	4
3.2 Konkret matematik och problemlösning	4
3.3 Digital teknik.....	5
3.4 Fantasi	6
3.5 Multimodalitet i skolans styrdokument.....	6
4. Teoretisk anknytning.....	7
4.1 Tre världar av matematik	7
4.2 Representationer och scaffolding	8
4.3 Visuo-spatial.....	8
4.4 Modalitetsbegreppet	9
4.4.1 Multimodal undervisning	9
5. Metod	9
5.1 Val av metod	10
5.2 Urval och bortfall	10
5.3 Reliabilitet, validitet och trovärdighet.....	10
5.4 Empirisk studie.....	11
5.5 Tillvägagångssätt.....	11
5.5.1 Enkät.....	11
5.6 Etiska aspekter.....	12
6. Resultatredovisning och analys	12
6.1 Sju modaliteter	13
6.1.1 Andra modaliteter.....	14
6.2 Fråga 3. Vilka modaliteter säger sig lärarna använda sig av idag?	14
6.2.1 Figur 1: <i>Antal respondenter</i>	15

6.3 Teoretisk anknytning till resultatet till fråga 3	15
6.4 Fråga 6. Vilka modaliteter skulle lärarna vilja använda sig av i det ”perfekta” klassrummet?.....	15
6.4.1 Figur 2: <i>Det ”perfekta” klassrummet</i>	16
6.5 Teoretisk anknytning till resultatet till fråga 6.	16
6.6 Resultat av fråga 3 och 6	17
6.7 Avslutande teoretisk kommentar till fråga 3 och 6	17
7. Diskussion	18
7.1 Metoddiskussion.....	18
7.2 Resultatdiskussion.....	19
7.2.1 Slutsats av resultatdiskussion	20
7.3 Didaktiska implikationer	21
7.4 Vidare diskussion	21
7.4.1 Vidare forskning.....	22
8. Referenser.....	23
Bilaga 1.	25

1. Inledning

Innan jag började lärarutbildningen hade jag aldrig hört orden modalitet och multimodalitet. När jag mötte dem första gången blev jag nyfiken och ville ta reda på mer. Begreppen har på något sätt fascinerat mig under hela utbildningen. Inför forskningsöversikten 2015 blev jag tillsammans med Matilda Tinér intresserad av det multimodala arbetssättet som innebär så mycket mer än en vanlig undervisningsform där inte lika många modaliteter kombineras och används, och att möjligheterna i arbetssättet är oändliga. Huvudmålet för översikten (Tinér & Muhrén, 2015) var att undersöka hur multimodala arbetsmetoder kan användas i matematikundervisningen. Det vi fastnade för under vårt arbete var hur multimodala arbetsmetoder i problemlösning används i matematikundervisningen och vad forskningen säger om det.

I detta arbete genomförs en empirisk studie i form av en enkät för att få fram vilka modaliteter lärare verkligen använder sig av och kombinerar likväl de modaliteter de önskar sig använda och kombinera. Därefter följer en analys av studiens resultat där stöd tas i teorin och befintlig forskning. Det föll sig naturligt att undersöka vilka och hur många modaliteter som lärarna använder och kombinerar i matematikundervisningen samt vilka modaliteter de skulle vilja använda och kombinera i det ”perfekta” klassrummet.

1.1 Skolan och multimodalitet

Att genomföra en multimodal matematikundervisning innebär att man kombinerar olika modaliteter, uttrycksformer, för att förstärka det man vill förmedla genom att använda flera olika modaliteter såsom ljud, bild och text. Ett multimodalt arbetssätt och digitala verktyg sätts det gärna ett likhetstecken emellan. Det är en felaktig likhet som antas bero på okunskap och att begreppet är ovanligt både i vardagligt språk och i skolans värld (Andersson, 2014).

Under den verksamhetsförlagda utbildningen uppmärksammades att när lärarna ville göra något extra roligt av lektionen använde de sig av IT och IKT. Det var då de var multimodala, trodde de. Multimodal undervisning, eller som lärarna trodde IT och IKT, är inget de låter löpa som en röd tråd i sina lektionsplaneringar även då de är medvetna om den positiva effekten på elevernas inlärning. Lärarnas osäkerhet inför användandet av multimodaliteter i matematikundervisningen bekräftas i Anderssons avhandling från 2014, *Berättandets möjligheter Multimodala berättelser och estetiska lärprocesser*. Där redogör hon för tre orsaker till varför multimodalitet inte finns som begrepp och inte i kombination med ordet undervisning heller. För det första så används inte begreppet vare sig i kollegiet, med eleverna eller med föräldrarna. För det andra så tycker inte lärarna att de har tillräcklig utbildning i estetiska uttrycksformer för sin undervisning. Den tredje orsaken handlar om bedömning. Lärarna är osäkra på hur de skall bedöma elevernas kunskapsnivå i de estetiska uttrycken. Därför håller de sig till mer tydliga bedömningsunderlag som text, prov och muntliga redovisningar.

Vidare framkommer det i Anderssons (2014) avhandling att lärarna är väl medvetna om att estetiska undervisningsformer ger inspiration och en mer varierad undervisning till elevernas lärande vilket i sin tur leder till positiva effekter på elevernas resultat. Just det var något lärarna på den verksamhetsförlagda utbildningen också hade uppmärksammat. Fortsättningsvis menar Andersson (2014) att det ger även positiva effekter på skolutvecklingen. Men till det krävs även en ledare som pushar på sina medarbetare i en positiv riktning. Det framkom även att en viktig del i lärarutbildningen är att blivande lärare får med sig redskap till att undervisa multimodalt (Andersson, 2014).

1.2 Internationella och nationella mätningar

Internationella och nationella undersökningar visar att det skett en försämring av svenska elevers kunskaper, framförallt inom matematik, fram till senaste PISA-studien, då det vände uppåt igen. I den föregående forskningsöversikten (Tinér och Muhrén, 2015) återfanns alarmerande rapporter om PISA-resultaten för Sveriges 15-åringar i matematik. För att mäta kunskapsutvecklingen bland våra elever är Sverige med i flera olika internationella kunskapsutvärderingar. 2016 hade de svenska eleverna förbättrat sina resultat i både matematik och naturvetenskap i årskurs 4 och 8. Trots förbättringarna så ligger Sverige i denna mätning fortfarande under genomsnittet för EU- och OECD-länderna. I den senaste PISA-studien medverkade totalt 72 länder, varav alla de 35 OECD-länderna. I den studien visas det att resultaten i matematik har förbättrats och ligger nu på samma nivå som 2009 års studie. Sveriges resultat ligger på genomsnittet av OECD-länderna och är en förbättring jämfört med föregående studie. (Skolverket, 2016).

Resultaten av PISA-studierna jämförs både nationellt och internationellt och görs på uppdrag av *OECD*. I 2012-års studie var det de svenska elevernas resultat som hade i genomsnitt försämrats mest jämfört med de andra deltagande ländernas resultat.

De nationella proven sker varje år och där jämförs elevernas resultat med kunskapskraven. De internationella proven sker var tredje år. Där jämförs kunskapsnivån och hur den förändras över tiden. Man jämför också det svenska utbildningssystemet internationellt. (Skolverket, 2011a).

Förkortningarna *PISA*, *OECD*, *TIMSS* och *PIRLS* förklaras längre fram i arbetet under rubriken begreppsbestämningar. (Skolverket, 2011a).

1.3 Syfte

Syftet med den empiriska undersökningen är att ta reda på om lärare planerar och genomför multimodal matematikundervisning samt att undersöka vilka modaliteter de tror sig använda och kombinera.

1.4 Frågeställning

Vilka modaliteter använder lärare i sin matematikundervisning?

Vilka modaliteter säger de sig använda och kombinera?

2. Begreppsdefinitioner

I den här uppsatsen förekommer vissa centrala begrepp. Därför följer här ett avsnitt med begreppsdefinitioner.

Multimodalitet används när ett budskap skall förmedlas i en viss kontext. Då kombineras ett antal olika meningsbärare som till exempel bilder, text, gester och symboler. De kombineras i till exempel matematikundervisningen där de får sin betydelse som passar i just det sammanhanget. (Selander & Kress, 2010).

Procept: Sammanslagningen av de två begreppen process och concept. Ett procept används för att beskriva förståelsen av matematiska begrepp. Ett grundläggande procept är bunden av tre komponenter, en process, en symbol eller ett objekt, eller olika förklaringar som representerar samma objekt eller process. (Tall, 1995).

OECD, (eng.) The Organisation for Economic Co-operation and Development, fungerar för att understödja den ekonomiska och den sociala välfärden för världens befolkning. OECD har idag 35 medlemsländer över hela världen och grundades 1960. En av alla studier som de genomför är *PISA*- undersökningen av medlemsländernas skolors resultat. (Skolverket, 2016).

PISA, Programme for International Student Assessment är världens största elevundersökning där både *OECD*-länder och icke *OECD*-länder deltar. Denna kunskapsutvärdering för 15-åringar görs var tredje år och testas inom fyra områden; matematik, problemlösning, läsförståelse och naturvetenskap. Sverige har deltagit i alla undersökningar sedan starten år 2000. (Skolverket, 2016).

TIMSS, Trends in International and Mathematics and Science Study, är en internationell studie där elevernas kunskap i matematik och naturvetenskap prövas i årskurserna 4 och 8. Studien genomförs vart fjärde år och organiseras av *IEA*. (Skolverket, 2016).

PIRLS, Progress in International Reading Literacy Study, utreder läsförmågan i åk 4. Den beskriver och jämför elevernas läsförmåga och attityder gentemot läsning men även jämföra de olika länders läsförståelse ställt mot respektive skolans bakgrund, styrning och undervisning. Undersökning genomförs på uppdrag från *IEA* vart femte år. 2016 deltog 50 länder och Sverige var med för fjärde gången. (Skolverket, 2016).

IEA, International Economic Association, är ett fristående organ inom *OECD*. Det är detta organ som jämför olika studiers skolsystem för att jämföra på internationell nivå. (Skolverket, 2016).

3. Tidigare forskning

I en forskningsöversikt skriven tillsammans med Matilda Tinér, *Multimodalitet och problemlösningar i matematik*, (2015) återfinns flera studier om problemlösning i matematik. Studierna visar att elever måste få en förståelse för hur de tänker när de tänker vid problemlösning. Den förståelsen kan de inskaffa genom att utveckla sin kognitiva förmåga till metakognitiv förmåga. Metakognitiv förmåga är som beskrivits ovan att man förstår hur man tänker när man tänker. Även för lärarna är de här forskningsstudierna relevanta då det är de som vägleder eleverna vid problemlösning. Det gäller för dem också att ha rätt inställning och förhållningssätt för att synliggöra sina elevers lärande för att nå en metakognitiv nivå. (Yimer & Ellerton, 2010; Hwang, Chen, Dung & Yang, 2007).

3.1 Olika multimodala perspektiv

Att använda sig av multimodalitet (se betydelse i avsnitt 2) i matematik innebär enligt Ferrara (2014) att lärarna måste öppna upp för att ge de olika modaliteterna plats i matematikklassrummet. Lärarnas skicklighet i att ha en varierad undervisningsform ställs på prov eftersom det krävs lite extra planering från lärarna och de måste börja tänka utanför ramen och se möjligheterna med en multimodal matematikundervisning. (Ferrara, 2014).

Knappheten av tankar att planera kring en multimodal matematikundervisning grundar sig i att lärare saknar utbildning och erfarenhet kring tillvägagångssättet. De har en bristande kompetens som skapar en osäkerhet till ett sådant arbetssätt. För att kunna bli mer säkra på en multimodal matematikundervisning behöver de samplanera med de kollegor som har en bredare kunskap och längre erfarenhet. Det gör i sin tur att planeringstid för annat minskar och det bidrar till en större arbetsbelastning. Dessutom innebär det att lärarna måste hitta nya sätt att bedöma eleverna på, då de inte uteslutande kan bedöma en skriven text eller ett prov, utan också måste bedöma andra uttryckssätt. (Andersson, 2014).

Multimodalitet är ett sätt för läraren att använda hela sin kreativa pedagogik. Enligt Ferrara (2014) skapas en tillit mellan lärare och elev när en matematiklektion introduceras multimodalt där läraren tror på att eleverna är kompetenta nog att klara av uppgifterna. De måste också ge eleverna utrymme till sitt eget lärande. Multimodaliteterna tar plats i klassrummen i form av digitala verktyg som dator och Ipad som lärarna blir mer och mer beroende av. Det gör i sin tur matematiken mer levande och eleverna får delta mer fysiskt och aktivt. (Ferrara, 2014). Det innebär också, enligt Taflin (2007), att läraren måste vara medveten om undervisningens organisation och vad som påverkar elevens lärande (Taflin, 2007).

3.2 Konkret matematik och problemlösning

Att utföra en multimodal matematikundervisning innebär att synliggöra och konkretisera matematiken. Det arbetet kan förmedlas på flera olika sätt, bland annat genom att eleverna får delta aktivt i att se någonting som till exempel ett tal och sedan gestalta det, spela faktiska och

digitala spel, rita och måla. Hur tillämpningen i klassrummet ser ut beror på vilka perspektiv som skall lyftas och hur det skall utföras. Det spelar mindre roll hur det utförs, individuellt, helklass eller i mindre grupper, bara konkretiseringen uppfyller sitt syfte. (Ferrarra, 2014).

Problemlösning är en stor del av matematikundervisningen. Problemlösning innebär att eleverna ställs inför ett lästäl som innehåller en viss andel information och en avslutande fråga. Det gäller för eleverna att kunna läsa och förstå vad som efterfrågas, vad det är de ska ta reda på och räkna ut. I skolans läroplan och kursplan för matematik formuleras ett syfte om matematikundervisningen och problemlösning. Där går att läsa att eleverna ska utveckla kunskaper om att formulera och lösa problem samt att kunna välja lämplig strategi för den aktuella uppgiften (Skolverket, 2011.).

Enligt Hwang et al. (2007) bör lärare undervisa matematik så att elevernas inläring sker genom att de aktivt deltar och lär sig att förstå skillnaden på matematikkunskap och verkliga problem. En matematisk lösning på en faktisk uppgift är inte bara att fylla i det som fattas utan det krävs av eleven att tänka till och ta det ett varv till och lyfta tänket till en metakognitiv nivå. Eleverna behöver tränas till att hitta olika lösningar och strategier när de tar sig an ett matematiskt problem. De behöver också träna på att sätta ord på det de har kommit fram till och även kunna skriva ner svaret och värdera om det är rimligt. Att sedan kunna presentera sin lösning och hur de kom fram till sitt resultat är också en del av problemlösningen då elevernas tankar synliggörs och de får syn på sitt eget lärande. (Hwang et al., 2007).

Taflin (2007) beskriver att problemlösning är som en helt vanlig matematikuppgift. Den värderas utifrån uppgiftslösaren om det är ett problem eller inte beroende på dess förkunskaper och hur den tar sig an uppgiften. Det som ter sig som en problemuppgift för en elev, är en rutinuppgift för en annan.

3.3 Digital teknik

Den digitala tekniken kan bidra till att matematik konkretiseras då olika undervisningssätt och mer variationsrika lektioner uppkommer. Tekniken öppnar upp för fler olika modaliteter. I och med det börjar eleverna förstå hur de lär sig genom att de har utvecklat sin kognitiva förmåga och de får syn på sitt eget lärande. Sedan multimedia gjorde sitt inträde i klassrummen har det för eleverna blivit enklare att använda sig av tekniken. De kan med hjälp av den skapa egna texter, teaterstycken, musik och interaktiva spel. Men multimodalitet är även när läraren använder sig av eleverna som människor i sin undervisning, det behöver inte bara vara att använda sig av digitala verktyg eller teknik. De rikaste multimodala situationerna är när läraren och eleven kommunicerar och kombinerar gester och tal för att förmedla sina tankar. (Arzarello & Robutti 2010).

För att förmedla till eleverna, och skapa en större förståelse för hur all matematik hänger ihop, behöver de att just de modaliteter som används i matematikundervisningen, länkas samman på ett lättförståeligt sätt. I undervisningen bör läraren kombinera de modaliteter som är

matematikrelaterade som till exempel tal, skrift, ritningar och gester. Även de icke-verbala instruktionerna, som till exempel bilder, symboler och konkret material, bör kombineras så att eleverna kan foga dem samman i en kontext. (Alibali et al., 2014).

I en studie av Öman och Sofkova Hashemi (2015) beskrivs att den digitala tekniken i klassrummet bidrar till att förbättra kommunikationen och interaktionen elev till elev men också lärare till elev. I elevernas vardag är tekniken ett naturligt inslag och om det följer med dem in i matematikundervisningen är det lärandet till gagn. Vidare har de tittat på vilken effekt den digitala tekniken har på den sedvanliga klassrumsundervisningen. De såg då, i enlighet med läroplanen, att den digitala tekniken öppnar upp för ett multimodalt klassrum. Men för att följa läroplanen måste eleverna ges fler tillfällen att få använda multimodala texter då det fortfarande är skriftliga texter som dominerar matematikundervisningen (Öman & Sofkova Hashemi, 2015).

3.4 Fantasi

En grundläggande del som är viktig för det multimodala lärandet är fantasin. Multimodaliteten är det huvudsakliga sättet att tänka på och att det är i tankarna som fantasin äger rum. Genom en varierad undervisning ökar elevernas lärande då det triggar deras fantasi. Med hjälp av fantasin ökar deras kreativitet, förståelse och sättet att kommunicera på. De kan med hjälp av fantasin sätta ord på vad det är de lär sig. (Ferrara, 2014).

Taflin (2007) skriver om samma fråga när det kommer till problemlösning i matematik. Hon menar att fantasin utlöses av variationsrika lektioner där olika modaliteter används och kombineras så att elevernas kreativa förmåga sätts igång.

3.5 Multimodalitet i skolans styrdokument

Några meningar i vår nuvarande läroplan, Lgr11, i första kapitlet, *Skolans värdegrund och uppdrag*, handlar om hur det multimodala arbetet är en del av skolans uppdrag.

”Skapande arbete och lek är väsentliga delar i det aktiva lärandet. Särskilt under de tidiga skolåren har leken stor betydelse för att eleverna skall tillägna sig kunskaper.”

”Eleverna ska få uppleva olika uttryck för sina kunskaper. De ska få pröva och utveckla olika uttrycksformer och uppleva känslor och stämningar. Drama, rytmik, dans, musicerande och skapande i bild, text och form ska vara inslag i skolans verksamhet.”

(Skolverket, 2011: 9-10).

Lgr11 beskriver multimodalitet med ”olika uttrycksformer”. Målen i kursplanerna visar att multimodalitet skall gå som en röd tråd genom all undervisning. Multimodalitet benämns inte som ett begrepp överhuvudtaget men dess innebörd står förklarat. Det syns tydligast där den digitala tekniken lyfts fram i syftestexten under matematik som ett utvecklingsområde för eleverna. Alla de olika matematiska begreppen och uttrycksformerna ger matematiken en

helhet. Det underlättar för eleverna att få kunskapen om att de olika begreppen är användbara för olika syften. Vidare byggs den befintliga kunskapen på och nya begrepp formas och kommuniceras i ett nytt lärandesyfte.(Skolverket, 2011).

Även i svenskämnet i det centrala innehållet för årskurs 1-3, finns det mål som eleverna skall nå genom att arbeta med texter där ord och bild kombineras i olika representationer. Därtill hör även webbtexter, interaktiva spel och film som digitala verktyg (Skolverket, 2011).

4. Teoretisk anknytning

Uppsatsen utgår från teorier som går tillbaka till Tall (1995) och Gray & Tall (1994, 2001). Teorierna relaterar till en syn på hur människan lär sig genom begreppen scaffolding och procept men även till tre matematiska världar. De relaterar även till hur människan lär sig utifrån olika representationer. Teorierna om begreppen valdes in i uppsatsen för att de presenterar lärandet och kommunikationen som att bygga den nya kunskapen på den befintliga och att vi lär oss genom olika representationer. Hos eleverna startar en kognitiv process under matematikundervisningen som leder dem vidare till en metakognitiv nivå på lärandet. De ställs inför ny fakta som kommuniceras och de bearbetar den och lyfter den nya införskaffade kunskapen till en ny nivå. Detta i sin tur leder vidare till Talls (2004) tre matematiska världar.

I de kommande avsnitten redovisas vad som ligger till grund för teorierna om matematikens tre världar, representationer, scaffolding och procept.

4.1 Tre världar av matematik

David Tall (2004) har försökt beskriva hur vi människor från det att vi är nyfödda lär oss olika matematiska begrepp. Talls tre olika matematiska världar visar också tre olika typer av kognitiv utveckling.

Den första världen är den perceptionsgrundande världen där vi varseblir det som finns och händer omkring oss. Vi börjar uppleva och förstå matematiska begrepp. Det vi upplever och ser tolkas utifrån våra erfarenheter. Dessa matematiska upplevelser kommer från den verkliga världen. Till exempel möter vi begrepp som exempelvis cirklar och trianglar placerade i leksaker i olika storlekar och färger. Dessa leksaker upplever vi även med våra fem sinnen, så kallad sensorisk inläring.

Den andra världen är den symboliska världen. Där använder vi oss av tecken och symboler för att lära oss procedurer och göra olika beräkningar. Det är i denna värld som individen använder sig av och förstår innebörden av det matematiska språket. Förståelsen för matematikens symboliska innehåll gör att individen klarar att göra olika uträkningar och hantera matematiska begrepp inom till exempel aritmetik och algebra.

Ett centralt begrepp i denna andra symboliska värld är *procept*. *Procept* används för att beskriva förståelsen av matematiska begrepp och är en sammanslagning av orden *process* och *concept*. Vid en additionsuträkning kan proceduren uppfattas som en addition och är då delar av en *process*, eller så kan det uppfattas som en summa och då är det fråga om *concept*, ett begrepp.

Den tredje världen är den axiomatiska, den formella, världen. Här förklaras och definieras de matematiska begreppen genom teorier. De matematiska begreppen har i grunden byggts upp av formella strukturer. Det innebär att matematiska begrepp innehållandes symboler och definitioner hanteras utifrån axiomatiska teorier. Exempelvis att naturliga tal är sammansatta eller primtal eller att Pythagoras sats gäller för rätvinkliga trianglar.

Gällande de tre matematiska världarna kan det inte förutsägas var eleverna befinner sig då begreppsinnläring handlar om mognad. Eleverna rör sig även mellan de tre världarna beroende på sina matematiska erfarenheter från undervisning eller omvärlden. (Tall, 2004).

4.2 Representationer och scaffolding

Både Jerome Bruner och Lev Vygotskij myntade begreppet *scaffolding*, där de menar att barnen lär sig nytt genom att bygga på den befintliga kunskapen. Barnen är i början av ett möte med ny kunskap, beroende av en som är mer kunnig och erfaren inom ämnet. *Scaffolding* innebär att den mer kunnige och erfarne inom ämnet bygger en ställning som stöd runt den mindre erfarne genom att leda den med hjälp av frågor. Då kan den lärande med hjälp av den erfarne komma vidare i att lösa uppgiften. Alltmer som tiden går och kunskapen växer och byggs på den befintlig så kan man plocka ner stödet igen och den oerfarne behärskar nu det nya ämnet. (Säljö, 2012).

Bruner hade vidare en teori om hur människan lär sig och den teorin delade han sedan in i tre olika lägen; handlingsbaserad, - bildbaserad- och språkbaserad representation. De här tre olika lägena är inte avgränsade från varandra utan integreras och tolkas beroende av varandra. All kunskap tas in oberoende av ålder men beroende av på vilket sätt den nya kunskapen presenteras på. Är den anpassad på ett lämpligt sätt för just den mottagaren sker en naturlig progression från handling till bild till språk och mottagaren sorterar och kategoriserar utifrån sina erfarenheter och kunskaper. Att tolka symboler och uttryck kan medföra vissa kognitiva svårigheter för eleverna i att analysera informationen. (Tall, 1995).

4.3 Visuo-spatial

Vidare finns en teori om att den grundläggande matematikinläringen hos eleverna inte sker via en ingång utan genom två. Det sker genom att eleven är visuo-spatial, det vill säga att den lär sig genom att iaktta och att därefter sätta ord på sina tankar om vad den har lärt sig. Den andra ingången processar informationen genom att använda det fysiska materialet men också att använda sig av matematiska begrepp och uttryck. De två ingångarna relaterar till mognad och den kognitiva tillväxten hos barnen. Den kognitiva tillväxten inträffar när hjärnan tolkar

informationen med hjälp av de fem sinnen och erfarenheterna av vad den har sett och hört tidigare. Det sker en mental process, kognitiv perception, som innebär att tolkningen sker utifrån en kombination av olika signaler i ett budskap som har till exempel gestaltats genom kombinationer av ljud, bild, text, med mera. Den kognitiva perceptionen kan ske både visuellt och audionomt. (Tall, 1995)

4.4 Modalitetsbegreppet

I detta avsnitt utreds och exemplifieras begreppet modalitet. Vad innebär det och vad betyder det? Enkäten som ligger till grund för den empiriska studien i arbetet inleds med en förklaring av begreppet multimodal (se Bilaga 1.). Multimodal innebär att i undervisningen kombineras samtidigt olika modaliteter som till exempel ljud, bild, text och kroppsspråk för att förstärka det man vill förmedla och uttrycka på fler än ett sätt (Skolverket, 2015).

4.4.1 Multimodal undervisning

Ur ett pedagogiskt syfte är tanken med en multimodal undervisning att kombinera olika uttrycksformer och skapa ett varierat lärande hos eleverna. Enligt Staffan Selander (2012) så handlar multimodalitet om att kommunikation och lärande alltid sker med olika semiotiska resurser samtidigt. Det innebär att eleverna blir undervisade på ett sätt som gör att de öppnar upp flera kanaler samtidigt och tar till sig den nya informationen via till exempel ord, ljud, ton, färger och gester. Det är den ena vägen inom de semiotiska resurserna som återfinns i teckenvärlden. Den andra vägen, medier, innebär att eleven får till sig ny information via till exempel böcker, radio, TV, IPAD, dator och film. Fortsättningsvis handlar multimodalt lärande om att använda sina sinnen och koppla ihop de olika modaliteterna. Som lärare innebär den digitala utvecklingen i klassrummen att det behövs reflekteras över hur den kan bli ett mer levande didaktiskt verktyg. (www.edu.su.se, 2012)

Selander och Kress(2010) har tillsammans beskrivit multimodalitet som meningsbärare av olika slag som till exempel bilder, texter, gester och symboler. Dessa modaliteter får sin betydelse i en viss kontext, som i matematikundervisningen där det används siffror och symboler för olika matematiska beräkningar och uträkningar.

5. Metod

I detta avsnitt presenteras hur processen har gått till och vilka vägar som har tagits för att komma fram till ett färdigt arbete. Under pilotstudien syntes det påtagligt att frågor och svarsalternativ måste vara tydliga och inneha ett språkbruk som verkar seriöst och professionellt och stämma överens med hur det verkligen fungerar i den praktiska verksamheten.

5.1 Val av metod

I den empiriska studien var syftet att få in information med hög validitet och reliabilitet varpå en kvantitativ metod passade för att få fram information från frågor som i förväg var bestämda och i viss utsträckning även svarsalternativen (Holme & Solvang, 2012). Valet av metod gjordes utifrån en kort tidsangivelse för att samla in empiriskt material och att få in svar ifrån flera olika skolor i olika kommuner. Metoden diskuteras vidare under avsnitt 8.1.

5.2 Urval och bortfall

För insamlandet av empiriskt material till examensarbetet skickades en enkät ut till fyra olika skolor. Skolorna valdes strategiskt utifrån ett bekvämlighetsurval då skolorna finns i mitt närområde och kontaktområde i angränsande stadsdelar och kommuner. Urvalet uppvisar alltså en viss variation även om det strängt taget gjordes ett bekvämlighetsurval. Kontakterna till skolorna fanns redan och underlättade för mig att få ut enkäterna. De fyra skolor som har fått tagit del av enkäten bestod sammanlagt av 70 stycken lärare som undervisar i matematik i årskurserna F-3. Lärarnas tidsbrist kan antas vara anledningen till att bortfallet blev så stort men det var färre än jag trodde då jag hade räknat med ett större bortfall. Anledningen till att välja fyra olika skolor till enkäterna var för att bredda svarsalternativen då svar från en och samma skola kan innehålla för lite variation. Vidare är inte respondenternas svar generaliserbara då det är för få inkomna svar vilket betyder att resultatet på enkäterna inte gäller alla skolor i hela kommunen eller landet. (Holme & Solvang, 2012).

5.3 Reliabilitet, validitet och trovärdighet

Vid datainsamlingen till denna studie lämnades enkäter ut på fyra olika skolor med 70 förväntade respondenter i årskurserna F-3. Respondenterna bestod av lärare i olika ålder, de undervisar i olika årskurser, de har olika lång erfarenhet inom professionen och de fyra skolorna ligger i tre olika kommuner och stadsdelar. 46 personer av 70 möjliga valde att svara på enkäten, räcker för att bekräfta reliabiliteten. *Reliabilitet* innebär, i detta fall, att frågor har ställts på fyra olika skolor oberoende av varandra och ändå ger ungefärliga eller samma svar (Holme & Solvang, 2012). Utifrån studien som gjordes går det att anta att validiteten är god. *Validitet* handlar om hur svaren mäts för att sedan relateras till studiens syfte. Det innebär också att det som mättes i studien var det som avsågs att mätas. God validitet tolkas utifrån att den insamlade datan var lätt att kategoriseras och sammanställa. Anledningen till en enkel sammanställning kan vara tydligheten i enkätfrågorna. (Holme & Solvang, 2012).

När det gäller *trovärdighet* i en studie behöver forskaren redogöra för sina förkunskaper inom ämnet den har forskat om. I denna studie har det redogjorts för tidigare forskning, hur den insamlade empirin har samlats in och analyserats och redovisat vilka val som har gjorts angående metod. (Holme & Solvang, 2012). Detta diskuteras vidare i avsnitt 7.1.

5.4 Empirisk studie

Min empiriska studie utgår från en enkät med frågor ur ett lärarperspektiv. Enkäten var riktad till F-3-lärare som undervisar i matematik. Jag ställde sex frågor, fyra stycken med stängda svar och två stycken med öppna svar (Bilaga 1.). De stängda frågorna valdes utifrån att respondenterna skulle mäktas med att svara och inte tycka att det var alltför omfattande enkät. De öppna frågorna valdes utifrån att respondenternas tankar skulle få flöda fritt och att få så många olika svar som möjligt. Den första frågan som ställs, om vilken årskurs respondenten undervisar i, har inget med enkäten att göra egentligen. Den är med för att respondenten ska känna att jag vill veta något mer om just den, inte bara om multimodal undervisning. Fråga 1 och 2 är stängda frågor för att få en liten uppfattning om respondenterna är multimodala och hur de uppfattar att de faktiskt kombinerar olika modaliteter i sin undervisning. Den tredje frågan är en öppen fråga och respondenterna ska skriva ner vilka modaliteter de använder sig av mest och det leder över dem till om de skulle vilja kombinera fler modaliteter och vara mer ofta multimodal i sin undervisning. Sista frågan är en "önskefråga" Där får respondenterna leva ut sina fantasier om det "perfekta" klassrummet om vilka modaliteter som kombineras där. 46 respondenter, utav 70 förväntade, har svarat på alla frågor mer eller mindre utförligt. På fråga 1 har alla svarat att de är multimodala men på fråga 4 och 5 återfinns både ja- och nej-alternativen med (se Bilaga 1 och Figur 1: *Antal respondenter*).

5.5 Tillvägagångssätt

Förutom en empirisk studie, som presenteras nedan, har jag använt mig av en forskningsöversikt skriven tillsammans med Matilda Tinér, 2015. Där ligger den tidigare forskningen till grund för det jag skriver om nu. Jag har även sökt ny litteratur via Universitetsbibliotekets sökmotorer, kommunens bibliotek och fått hjälp av min handledare. För att kunna göra en statistisk analys av min enkät använde jag mig av datorprogrammet Excel och ett webbaserat datorprogram för statistisk analys, SPSS. Genom att kombinera dessa två kunde jag analysera fram siffror och göra vissa beräkningar på hur många respondenter som hade svarat vilka ord. Med den analysen kunde jag få fram de fem mest frekventa svarade orden på två olika frågor. Dessa redovisas i resultatdelen längre fram i arbetet. Analysen av resultaten gjordes utifrån ett teoretiskt ramverk där relevanta resultat lyfts utifrån studiens frågeställningar.

5.5.1 Enkät

Dispositionen av undersökningen innebar att få så raka och smala svar som möjligt på examensarbetets frågeställningar. Överst på enkäten finns en begreppsförklaring till frågorna så respondenterna inte skulle bli förvirrade av vad de skulle svara på. I en större enkätundersökning hade bakgrunden beskrivits i ett missiv där det hade berättats och informerats om vem jag är, vilken utbildning det gäller och motiverar och betonar hur viktig undersökningen och svaren är. Detta missiv använde jag dock inte då undersökningen var av ett mindre slag. I slutet av den faktiska enkäten garanterades respondenterna anonymitet.

Det svåra med enkäten var att formulera frågor utifrån det som jag verkligen ville ha svar på. Vad är det som undersöks? Jo, det undersöks vilka modaliteter lärare använder och kombinerar men också vilka de önskar att använda och kombinera i sin matematikundervisning. Fråga 6 är utformad att respondenterna får önska hur de vill arbeta i det ”perfekta” klassrummet. Gällande citationstecknet runt ordet perfekt så kan det ha tolkats olika utifrån respondenten. Risker finns att det blev 46 olika tolkningar och det är något man får ha med sig när man tolkar resultatet.

Min frågeställning var det jag utgick ifrån när enkätfrågorna formulerades:

Vilka modaliteter använder lärare i sin matematikundervisning?

Vilka modaliteter säger de sig använda och kombinera?

Fördelen med att använda enkät i en undersökning är att formen hamnar utanför den omedvetna styrningen, vad gäller både frågorna och svaren, som annars lätt kan uppstå i en intervjusituation. Nackdelen kan vara att det kan uppstå ett stort svarsbortfall då det är svårt att sporra en stor anonym grupp (Stukát, 2005). Enkäten till min studie lämnade jag ut på fyra olika skolor i tre olika kommuner och stadsdelar. Jag räknade med svar från cirka 70 respondenter, då det är det sammanlagda antalet F-3-lärare på de fyra skolorna jag skickade ut enkäterna till, men fick in från 46 stycken respondenter. De fyra olika skolorna valdes ut av bekvämlighetsskäl då de var kända sedan tidigare och det fanns redan en grundad kontakt.

Olika begrepp tillhörande den empiriska studien diskuteras vidare i avsnitt 7.1.

5.6 Etiska aspekter

De etiska aspekterna är riktlinjer för hur en undersökning får gå till. Det finns ett grundläggande individskydd som ger normer och vägledning för förhållningssättet mellan forskaren och respondenterna. Där ställs fyra olika krav på forskaren: *informationskravet*, *samtyckeskravet*, *konfidentialitetskravet* och *nyttjandekravet*.

För den här studien gäller inga specifika etiska ställningstagande förutom att det muntligt och skriftligt på enkäten har informerats att alla svar behandlas anonymt där varken namn, skolans namn eller stadsdel/kommun kommer nämnas i något tryck. Det beroende på att det är en enkätstudie ur ett lärarperspektiv och inga personliga eller privata frågor ställs. (Stukát, 2011)

6. Resultatredovisning och analys

I sammanställningen av hela enkäten kom många olika modaliteter upp men det var få av samma slag. Dock var det några svar som förekom mer ofta och därför valdes det ut två frågor. De fem mest frekventa svaren på respektive fråga ställs därefter mot varandra.

I resultatet redovisas fråga 3, *Vilka modaliteter använder du dig mest av?*, för sig och fråga 6, *I det ”perfekta” klassrummet, vilka modaliteter kombinerar du där?*, för sig med efterföljande

analys till respektive resultat. Därefter följer en resultatdel och analysdel av fråga 3 och 6 tillsammans. Det visar sig att de förhåller sig ganska lika (se vidare i Fig.1, Fig.2, Bilaga 1 och i resultatet).

På förekommen anledning för det oss vidare till varför lärarna inte tror att de undervisar så som de önskar. Det diskuteras vidare under avsnittet diskussion. Det respondenterna svarade på fråga 3 svarade de ungefär också på fråga 6. De olika svarskategorierna är bilder, text, kroppsspråk, film, ljud, IT/IKT och konkret material och presenteras utförligare i avsnitt 6.1. Resultatet analyseras utifrån den teoretiska anknytningen som ligger till grund för studien.

6.1 Sju modaliteter

Det finns sju modaliteterna som är de mest frekventa svaren på fråga 3, *Vilka modaliteter använder du dig mest av?* och på fråga 6, *I det "perfekta" klassrummet, vilka modaliteter kombinerar du där?*. De modaliteterna återfinns bland svaren på båda enkätfrågorna om vad lärarna använder och kombinerar och önskar att de använde och kombinerade i det "perfekta" klassrummet. Förklaringarna är hämtade från respondenternas svar på enkäten.

- Bilder som respondenterna använder sig av är de bilder som visar till exempel vilken sorts aktivitet som skall göras, representationer av olika skolämnen eller de bilder som finns i läromedel.
- Text är det som respondenterna själva producerar på tavlan, visar med hjälp av digitala verktyg eller instruktioner på ett papper.
- Kroppsspråk är de rörelser och miner respondenterna och eleverna använder sig av vid kommunikation.
- Film är de rörliga bilder som visas via datorn och projektor, interaktiv tavla eller Ipad.
- Ljud finns överallt men det som används i ett klassrum är rösten, digitala verktyg eller verkliga instrument.
- IT/IKT – informationsteknik/information och kommunikationsteknik.
- Praktiskt/konkret/laborativt material kan bestå av bild och form, stavar, knappar, pengar med mera.

De här sju modaliteterna, som är de mest frekventa svaren på frågorna, kan relateras till den teoretiska anknytningen under avsnitt 4. Den teoretiska anknytningen handlar om den grundläggande matematikinläringen hos eleverna. Eleverna lär genom att iaktta för att sedan sätta ord på eller imitera det den ser och upplever. De lär sig också genom att få använda praktiskt/konkret/laborativt material. Då startar en naturlig process som får eleverna att få syn på sitt eget lärande. Det inträffar en kognitiv tillväxt när eleverna får information gestaltad och de tolkar då de kombinationerna av bilder, text, kroppsspråk, film, IT/IKT och praktiskt/laborativt/konkret material (Tall, 1995., Gray & Tall, 1994, 2001.).

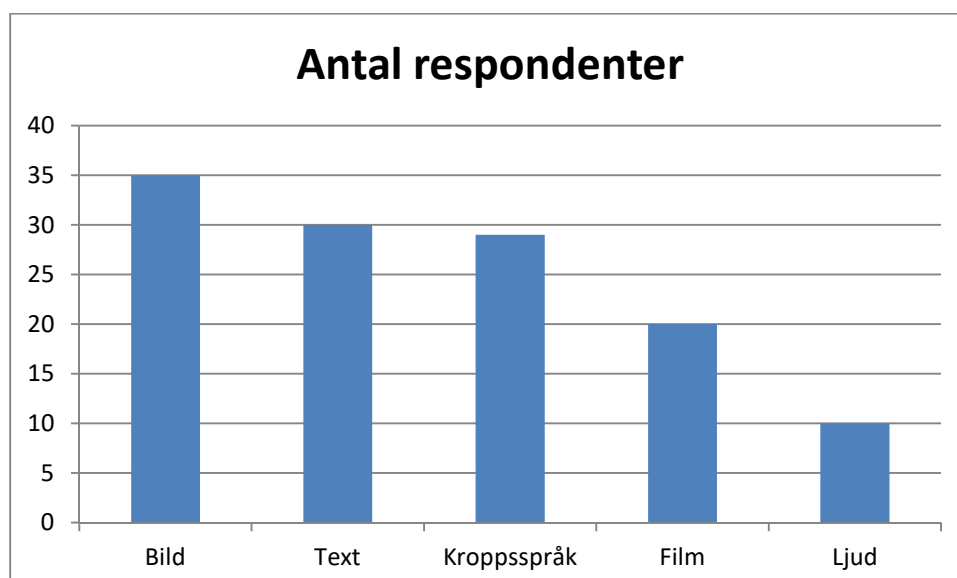
6.1.1 Andra modaliteter

Förutom de sju modaliteter som är de mest frekventa svaren, fanns även andra modaliteter bland respondenternas svar: sång, ramsor, rörelse, rörelsesånger, elever och lära av varandra. I avsnitt 4 presenterades den teoretiska anknytningen till uppsatsen där begreppen scaffolding, procept och olika representationer redogjordes. Även David Talls (2004) tre matematiska världar redogjordes. Förutom de sju ovanstående modaliteterna i avsnittet innan, så finns det sex modaliteter till som hamnar under de teoretiska begreppen i anknytningen till studiens resultat. Alla sex modaliteter kan klassificeras under begreppet scaffolding då det handlar om att lära av varandra och samspel med andra. Det finns en mer kompetent person, lärare eller klasskamrat, som finns där och leder eleverna i ramsan, sången eller rörelsen. De använder sig av varandra i olika lärandesituationer och i undervisningen. Grundläggande matematikinläring sker även genom att eleven är visuo-spatial, alltså att den lär sig genom att iakttä för att sedan sätta ord på sina tankar eller till exempel att visa fysiskt genom att följa efter i en rörelsesång (Tall, 1995.).

Det fanns ett svar som återkom på fråga 6, *I det "perfekta" klassrummet, vilka modaliteter kombinerar du där?* Och det var "alla" eller "samtliga". En fjärdedel av respondenterna svarade alla eller samtliga på den frågan. Det diskuteras vidare i resultatdiskussionen.

6.2 Fråga 3. Vilka modaliteter säger sig lärarna använda sig av idag?

Alla respondenter har svarat att de använder sig av och kombinerar en del olika mängd av modaliteter. I min resultatredovisning och analys har jag valt att ta ut de fem främsta modaliteterna som flest lärare använder sig av. Jag har valt ut dem oberoende av vilken årskurs de undervisar i. De fem modaliteterna lärare främst kombinerar och använder sig av är, i den ordningen, bilder, text, kroppsspråk, film och ljud (Fig.1).



Figur 1: *Antal respondenter*

6.2.1 Figur 1: *Antal respondenter*

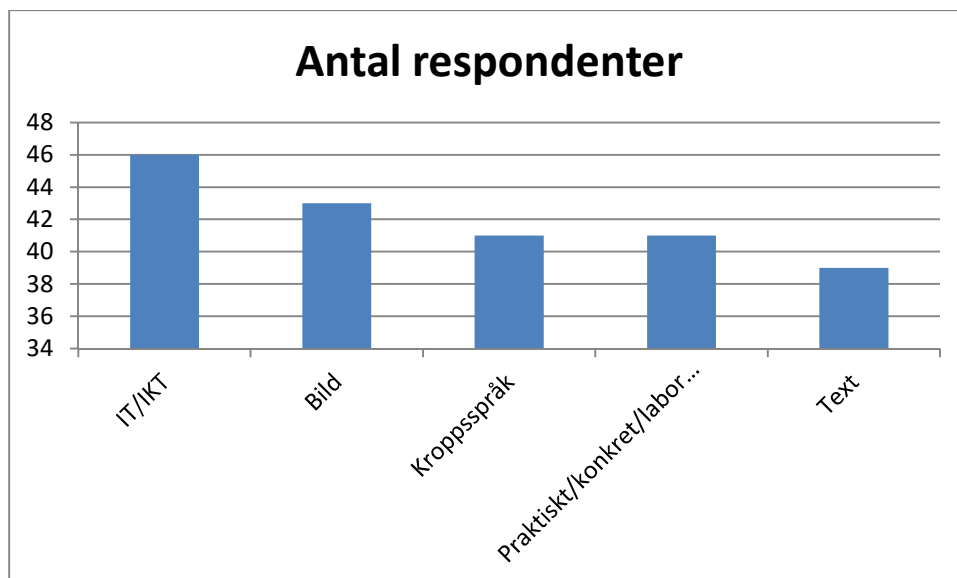
Figur 1 visar ett stapeldiagram där de fem främsta svaren av 46 respondenter redovisas. Frågan som ställdes på enkäten inför den empiriska studien var: *Vilka modaliteter använder du dig mest av?* Det som kan avläsas på staplarna i diagrammet är att 35 respondenter redogjorde att de säger sig använda sig av bilder i sin matematikundervisning, 30 stycken använder text, 29 stycken använder kroppsspråk, 20 stycken använder film och 10 stycken använder ljud. Det är flera respondenter som har svarat de här modaliteterna i kombination med andra modaliteter som inte var bland de fem främsta svaren i enkäten. De svaren redovisas i avsnitt 6.1.1.

6.3 Teoretisk anknytning till resultatet till fråga 3

I Bruners (1995) teori delar man in hur människan lär sig i tre olika representationer; handlingsbaserad, bildbaserad och språkbaserad. De olika representationerna är beroende av varandra och integreras och tolkas tillsammans beroende på vilket sätt den nya kunskapen presenteras på. Dock oberoende på ålder av mottagaren. Resultaten av min empiriska undersökning visar att lärarna kombinerar olika modaliteter där representationerna är anpassade till eleverna. När eleverna tolkar sker en progression som går från handling till bild och vidare till språk. Eleven utgår från sina erfarenheter och kunskaper och börjar sortera och kategorisera det nya. Med stöd och ledsagning, scaffolding, från en mer erfaren och kompetent person, som till exempel läraren eller klasskamrat, för man den lärande vidare i en progression där den klättrar på en ställning av kunskap och bygger vidare. För barn så är de olika representationerna en varierad undervisning och lärandet blir lustfyllt (Gray & Tall, 1994, 2001, Tall, 1995.).

6.4 Fråga 6. Vilka modaliteter skulle lärarna vilja använda sig av i det "perfekta" klassrummet?

Respondenterna svarade på denna fråga väldigt likt det de svarade på fråga 3. I min resultatredovisning och analys har jag valt att ta ut de fem främsta modaliteterna som lärarna önskar använda sig av i det perfekta klassrummet. Jag har valt ut dem oberoende av vilken årskurs de undervisar i. De fem främsta modaliteterna lärare skulle vilja kombinera och använda sig av är, i den ordningen, IT/IKT, bilder, kroppsspråk, praktiskt/konkret/laborativt material och text (Fig.2.).



Figur 2: *Det "perfekta" klassrummet*

6.4.1 Figur 2: *Det "perfekta" klassrummet*

Figur 2 visar ett stapeldiagram där de fem främsta svaren av 46 respondenter redovisas. Frågan som ställdes på enkäten inför den empiriska studien var: *I det "perfekta" klassrummet, vilka modaliteter kombinerar du där?* Det som kan avläsas på staplarna i diagrammet är att alla 46 respondenterna skulle i det "perfekta" klassrummet vilja kombinera sin undervisning med IT/IKT tätt följd av att kombinera med bilder på 43 svar. Kroppsspråk vill 41 stycken kombinera, likaså praktiskt/konkret/laborativt material och 39 stycken svarar att de i det "perfekta" klassrummet vill kombinera undervisningen med mer texter. Det är flera respondenter som har svarat de här modaliteterna i kombination med andra modaliteter som inte var bland de fem främsta svaren i enkäten. De svaren redovisas i avsnitt 6.1.1.

6.5 Teoretisk anknytning till resultatet till fråga 6.

Jag anser att resultatet av respondenternas svar på fråga 6 kan ses i ljuset av Tall (2004) och hans tre matematiska världar. Eleverna kan utifrån sin egen mognad förflytta sig mellan den perceptionsgrundande, den symboliska och den axiomatiska världen. Resultatet från studien att respondenterna önskar att använda och kombinera IT/IKT, bilder, kroppsspråk, praktiskt/konkret/laborativt material och texter i det "perfekta" klassrummet går i samklang med hur Talls (2004) tre matematiska världar relaterar till varandra. Eleverna lär sig under den multimodala matematikundervisningen begreppsbildning, symboler och att förstå matematik genom teorier. (Tall, 2004). Vidare i resultatet kan det knytas till det centrala begreppet i den andra världen, *procept*. I begreppet beskrivs förståelsen av matematiska begrepp. Respondenternas svar i studien visar att de genom kombinationer av till exempel ljud, bild, text skapar förståelsen för olika matematiska tecken och symboler. Detta är grundläggande för att kunna göra uträkningar i algebra och aritmetik. (Tall, 2004).

Den grundläggande matematikinläringen sker även visuospatalt genom att eleven översätter visuell information till ord på det den upplever. Det handlar om att tolka det den ser i sin omgivning, en symbol genom fysiskt material, en plats, avstånd, storlek och orientering i omgivningen. Därefter processar eleven det den ser och sätter ord på det med hjälp av matematiska uttryck. Denna mentala process som sker är en kognitiv perception. Den tolkar det eleven upplever har gestaltats genom kombinationer av ljud, bild, text med mera och kan ske både visuellt och audionomt (Tall, 1995).

6.6 Resultat av fråga 3 och 6

Fråga 3 handlade om vilka modaliteter lärarna anser sig använda i sin matematikundervisning och de fem främsta svaren där var bilder, text, kroppsspråk, film och ljud.

Fråga 6 handlade om vilka modaliteter lärarna önskade kombinera och använda i det ”perfekta” klassrummet och de fem främsta svaren där var IT/IKT, bilder, kroppsspråk, praktiskt/konkret/laborativt material och text.

Vi såg i avsnitten 6.2 och 6.4 att på fråga 3, om vilka modaliteter de använder sig av, var svaret bilder det mest förekomna. På fråga 6, om vilka modaliteter de skulle vilja kombinera, var svaret IT/IKT. Ljud och text var de två svar som var lägst antal på.

Resultatet av frågorna 3 och 6 visar att bilder, texter och kroppsspråk är tre av de fem modaliteter respondenterna angav att de kombinerar i sin matematikundervisning. Det är även tre av de fem modaliteter de angav att de kombinerar i det ”perfekta” klassrummet. Det som skiljer de två frågorna åt är svaren om IT/IKT, film, ljud och praktiskt/konkret/laborativt material. Fyra modaliteter som inte är angivna som de fem främsta av vad de verkligen använder sig av. Dessa fyra modaliteter är dock sådana som respondenter har angivit men inte lika frekvent som de främsta. De var inte lika självklara som bilder, texter och kroppsspråk.

6.7 Avslutande teoretisk kommentar till fråga 3 och 6

Nu är resultaten analyserade till fråga 3, om vilka modaliteter respondenterna anser sig använda i sin matematikundervisning, och resultaten till fråga 6, om vilka modaliteter de önskar sig vilja kombinera i sin matematikundervisning. Resultatet analyserades utifrån den teoretiska anknytningen som studien utgick från om Talls (2004) tre matematiska världar och procept, om begreppen scaffolding och representationer, se avsnitt 4. Resultatet visar att de modaliteter som lärarna använder och kombinerar idag är ungefär lika med de modaliteter de önskar att de kunde använda och kombinera i det perfekta klassrummet. David Talls teori (1995) att matematikinläringen sker via två ingångar, visuospatalt och genom att processa fakta stämmer väl in på hur respondenterna i enkätundersökningen har svarat. Respondenterna svarar att de både använder och önskar vilja använda ljud, bild och praktiskt/konkret/laborativt material. Genom att variera undervisningen och att kombinera

flera modaliteter startar en process hos eleverna som ökar den kognitiva tillväxten som går vidare och lyfter den till metakognitiv nivå. Den mentala processen som startar är tolkningen av den kombinationen som eleven ser gestaltas framför sig via bilder, text, kroppsspråk, film, ljud, IT/IKT och konkret material. Det stärker teorin ytterligare då elevernas lärande sker både visuellt och audionomt (Tall, 1995).

Respondenternas svar om de olika modaliteter de använder och kombinerar eller önskar, visar på att de behärskar att tillhandahålla en varierad undervisning med olika representationer genom olika processer. Begreppet *procept*, som är en sammanslagning av *process* och *concept*, ger eleverna de olika ingångarna som var och en behöver för att synliggöra de matematiska begreppen (Gray & Tall, 1995, 2001).

7. Diskussion

I avsnittet nedan följer en diskussion om studiens metod, resultat och slutsatser samt förslag till vidare forskning om multimodal undervisning i matematik.

7.1 Metoddiskussion

Genom att en kvantitativ metod, med en enkätundersökning, har använts har den empiriska studien räckt ut till många fler respondenter än vid en intervjustudie eller en observationsstudie. Variationen på både öppna och stängda svarsalternativ möjliggjorde för respondenterna att avgränsa sig och att inte svara för brett vilket i sin tur leder till att forskaren får direkta svar på vad den efterfrågar.

För att ytterligare stärka studiens resultat kunde kompletterande klassrumsobservationer ha genomföras. På det viset hade det gått att jämföra det som läraren tror sig göra men faktiskt gör, vid genomförandet av en multimodal matematikundervisning.

Enkäten bestod av 6 frågor, inte allt för omfattande, strukturerade frågor med svarsalternativ kombinerat med ostrukturerade frågor innehållandes öppna frågor. Syftet med den empiriska studien var att få in information med hög validitet och reliabilitet varpå en kvantitativ metod passade för att få fram information från frågor som i förväg var bestämda och i viss utsträckning även svarsalternativen (Holme & Solvang, 2012). Utifrån de frågor som ställs i enkäten gjordes en bedömning av svaren om hur lärarna säger sig ha och önskar ha en multimodal matematikundervisning. Om en observation av lärarna hade gjorts i kombination med enkäten så hade svaren blivit mer tillförlitliga av att de använder och kombinerar olika modaliteter i sin matematikundervisning.

Vid datainsamlingen till denna studie lämnades enkäter ut på fyra olika skolor med 70 förväntade respondenter. Respondenterna bestod av lärare i olika ålder, de undervisar i olika årskurser, de har olika lång erfarenhet inom professionen och de fyra skolorna ligger i tre olika kommuner. 46 personer av 70 möjliga valde att svara på enkäten, ett bortfall på 24 personer, och det räcker för att bekräfta reliabiliteten. Det är i de visst antal återkommande svaren som bekräftar och visar på studiens reliabilitet (Holme & Solvang, 2012). Resultatet visar i stapeldiagrammen de fem mest frekventa svaren på enkätfrågorna 3 och 6. Det är de svaren som står för studiens reliabilitet. Det som mättes i studien var det som avsågs att mätas och det går att anta att validiteten är god. Det tolkas utifrån att den insamlade datan var lätt att tyda och sammanställa. Anledningen till en enkel sammanställning kan vara tydligheten i enkätfrågorna.

7.2 Resultatdiskussion

Frågorna 3 och 6, vilka modaliteter respondenterna använder sig av och vilka modaliteter de skulle vilja kombinera i det ”perfekta” klassrummet, var de två frågor som valdes ut från enkäten till resultatredovisning och analys. Det är två frågor som lyfter upp respondenternas och lärarnas syn på hur de säger sig undervisa multimodalt i matematik och hur de skulle vilja undervisa. I resultatet av studien framkommer det att lärare använder och kombinerar olika modaliteter i sin undervisning. Den visar också att i det ”perfekta” klassrummet använder de och kombinerar ungefär samma modaliteter som de redan säger sig använda och kombinera. Helt ut använder och kombinerar de inte det de redan gör. Men varför gör de inte det de önskar använda och kombinera i det ”perfekta” klassrummet? Just detta fick jag inte svar på men däremot fick jag svar på mina enkätfrågor om vilka modaliteter de använder och kombinerar och vilka modaliteter de skulle vilja använd och kombinera. I uppsatsen ställs två frågor i frågeställningen: Vad visar den empiriska undersökningen gällande hur multimodal lärarens undervisning är och hur de önskar att de skulle vara i sin matematikundervisning? Vilka modaliteter säger de sig använda och kombinera?

För studien är det relevant vad hela gruppen svarar och inte vad varje respondent har svarat. De resultaten som framkommer i studien generaliseras till respondenterna men även till de som arbetar eller kommer arbeta inom skolan och undervisa i matematik. Vad menar respondenterna med ljud och bilder? Är det samma som IT/IKT? Kan det vara så att de använder och kombinerar digitala verktyg och ljud och bilder i sin undervisning utan att de vet om det? Är alla respondenters undervisning multimodal utan att de vet om det? Utifrån resultatet tolkas det som att alla lärare mer eller mindre har en varierad undervisning där de använder och kombinerar flertalet modaliteter, inte bara dem som de angett i enkätsvaren.

Enligt tidigare forskning, som till exempel i Anderssons avhandling (2014), där hon kan se tre orsaker till att begreppet inte är implementerat i matematikundervisning och i undervisning över lag. Lärarna använder sig inte av ordet, de tycker inte att de har tillräckliga erfarenheter och kunskaper av estetiska uttrycksformer. En sista orsak är osäkerheten inför bedömningen av eleverna. De vet inte hur de ska bedöma elevernas kunskapsnivå i de estetiska uttrycksformerna. Trots att lärarna vet att en varierad undervisning ger positiva resultat för

eleverna så är det fortfarande svårt att i sin matematikundervisning använda och kombinera flera olika modaliteter. (Andersson, 2014). Utifrån resultatet i studien kan det antas att lärarna inte riktigt har fått syn på vad det är de gör. Det visar att de redan använder och kombinera flertalet av de modaliteter de även önskar i det ”perfekta” klassrummet. Det är här det anas att de är osäkra inför hur de ska bedöma de estetiska uttrycksformerna eller hur de skall implementeras i undervisningen och i klassrummet.

Lärarens förhållningssätt inför matematik och problemlösning spelar roll i denna kontext. Det är läraren som vägleder sina elever genom den kommunikativa undervisningen. Sker kommunikationen genom rika och varierade uttrycksformer når eleverna upp till en ny nivå i sitt lärande. Under vägen får eleverna de verktyg som behövs för att tänka ett varv till och lyfta det till en metakognitiv nivå. (Yimer, A., Ellerton, N.F., 2010, Hwang m.fl., 2007). I enlighet med Taflin (2007) säger Ferrara (2014) att lärarna måste börja tänka utanför ramen och se möjligheterna med multimodal matematikundervisning istället för att se svårigheterna med det. Andersson (2014) säger att det har med lärarnas bristande kompetens och utbildning att göra. För att då kunna genomföra en multimodal matematikundervisning krävs planering tillsammans med mer kompetenta kollegor, vilket tiden inte räcker till för. Ur ett digitalt perspektiv, så har de multimodala arbetssätten ökat, i takt med att tekniken vuxit fram och kommit längre in i klassrummen och i undervisningen. Inte bara i matematiken utan även i de flesta skolämnen. (Arzarello & Robutti, 2010) Men multimodalitet syftar ju inte bara på den digitala tekniken utan även på kommunikationen. De rikaste multimodala tillfällena är, anser Arzarello & Robutti, (2010) när läraren och eleven kommunicerar och använder sig av gester och tal för att förmedla sina tankar.

Både Taflin (2007) och Ferrara (2014) talar om att fantasin är en av de viktigaste komponenterna i det multimodala lärandet. Fantasin spelar en stor roll när det kommer till elevernas förståelse och kommunikation. De kan kommunicera på ett annat sätt då den ökar elevens kreativa förmåga att ta sig an och lösa olika matematiska problem och uttryck. Taflin (2007) fortsätter med att läraren måste organisera undervisningen efter vad som påverkar elevernas lärande och hur de antar de olika matematiska utmaningarna och deras lösningsförslag.

Det fanns ett svar som återkom på fråga 6, *I det ”perfekta” klassrummet, vilka modaliteter kombinerar du där?* och det var svaret ”alla” eller ”samtliga”. En fjärdedel av respondenterna svarade alla eller samtliga på den frågan. Vad menar de då? Att de kombinerar alla de svarade på fråga 3? Eller menar de att det inte finns något svar på det, är det oändligt många? Lgr11 beskriver multimodalitet med olika uttrycksformer. Lärarna som svarade alla eller samtliga modaliteter på frågan har antagligen läst läroplanen om att det i skolans uppdrag ligger att eleverna skall få ge uttryck för sina kunskaper. (Skolverket, 2011)

7.2.1 Slutsats av resultatdiskussion

All forskning och alla avhandlingar som använts här pekar på att resultatet av den empiriska studien stämmer överens med forskningen. Det som dock syns ännu tydligare i resultatet av

svaren på enkäten är att respondenterna, lärarna, inte är medvetna om sin egen undervisning. De säger sig använda och kombinera ett visst antal modaliteter som även uttrycks i en önskan av att använda och kombinera i det "perfekta" klassrummet. En fråga kvarstår dock: Varför gör de inte som de önskar?

7.3 Didaktiska implikationer

Utifrån studiens resultat och den tidigare forskningen synliggörs det som kan ses som didaktiska implikationer för lärarnas matematikundervisning. Lärarna känner sig inte ha varken kunskap eller erfarenhet, men framförallt inte tid till att genomföra en multimodal matematikundervisning. Dessutom tror de på att de måste använda digitala verktyg till en multimodal undervisning (Andersson, 2014). Med den känslan så blir det motigt för de måste använda datorn, Ipad eller annat som kräver internetuppkoppling, lösenord och starta projektorn eller dokumentkamera. Det blir krångligt för lärarna och eleverna går miste om en varierad digital undervisning. Det blir även svårt att individualisera eller individanpassa eftersom en del elever behöver denna ingången i sitt lärande. Om alla lärare är säkra på de digitala verktygen kan de bättre tillgodose alla elevers behov och se till att de utvecklas utifrån sina egna förutsättningar. Mycket planeringstid kan naturligtvis gå åt till att hitta nya modaliteter som ger spänning och variation i lärandet och kommunikationen. De nya modaliteterna och uttryckssätten behöver inte alltid vara digitala. Det kan handla om att få ett nytt laborativt material, få en pjäs uppspelad eller att få jobba i par. Riskerna med att hela tiden söka efter nya modaliteter och nya uttryckssätt kan få konsekvenserna att lärarna fokuserar mer på *hur* eleverna ska lära än *vad*. Därmed kan målen i läroplanen hamna i skymundan.

7.4 Vidare diskussion

Internationella och nationella mätningar som till exempel PISA och TIMSS, visade fram till nyligen alarmerande rapporter om svenska elevers resultat i både matematik och svenska. I den senaste rapporten hade svenska elevers resultat förbättrats men ligger fortfarande under det genomsnittliga resultatet för alla medverkande länder (Skolverket, 2015). Syftet med den empiriska studien var att ta reda på vad lärarna anser sig använda och kombinera för modaliteter i sin matematikundervisning. Tidigare forskning visar att en variationsrik och lustfylld lärandesituation höjer lusten att lära hos eleverna. Alla elever har olika sätt och ingång för att lära sig. De har olika erfarenheter att bygga ny kunskap på. Genom att lärarna kombinerar olika modaliteter, uttrycksformer, förstärker de det de vill undervisa och kommunicera genom att använda ljud, bilder, texter och kroppsspråk i kombination. Att undervisa multimodalt gör att eleverna utvecklar sin kognitiva förmåga, de börjar förstå hur de lär sig. Det är inte förrän då lärandet når en metakognitiv nivå. Multimodalitet syftar inte enbart på tekniken när det används, utan även på människan. De rikaste multimodala tillfällena är när läraren och eleven kommunicerar och använder sig av gester och tal för att förmedla sina tankar. (Arzarello & Robutti 2010)

I läroplanen och i skolans värdegrund och uppdrag står det att läsa att *"Eleverna ska få uppleva olika uttryck för sina kunskaper. De ska få pröva och utveckla olika uttrycksformer och uppleva känslor och stämningar. Drama, rytmik, dans, musicerande och skapande i bild, text och form ska vara inslag i skolans verksamhet."* (Skolverket, 2011: 9-10). I resultatet av den empiriska studien framgår att lärarna anser sig använda sig av bilder, texter och kroppsspråk. De arbetar då i enlighet med läroplanen. Dock kunde de utveckla och utforska mer när det kommer till drama, dans, känslor och stämningar.

7.4.1 Vidare forskning

Multimodal matematikundervisning och all annan undervisning skulle vara ett ämne som det skulle forskas mer om. Dennas studie syftade till att undersöka multimodal matematikundervisning. Vidare forskning på just detta område skulle vara att observera två olika lärare och jämföra hur undervisningen ser ut multimodalt. Ett annat sätt än det som nämns ovan är att kombinera enkätfrågor med en observation då man både ser och hör vad de kombinerar och använder för modaliteter. En tredje forskning vore att observera två olika lärare och deras elever fortsättningsvis under grundskolan för att se hur den multimodala matematikundervisningen eventuellt har påverkat lärandet och elevernas studieresultat. Ytterligare forskning skulle man kunna jämföra om modaliteterna skiljer sig åt från årskurs ett till årskurs tre. Använder och kombinerar lärare fler modaliteter i årskurs ett än i årskurs tre? Eller tvärtom?

Ytterligare en aspekt är den ekonomiska situationen. Då en multimodal undervisning ofta tar avstamp i den digitala världen, enligt respondenterna i studien, så sätter ekonomin stopp för modaliteterna. Det handlar om att de olika kommunerna avsätter olika mycket pengar och det avsätts olika mycket resurser till att ge lärarna och skolorna ett bra underlag till att undervisa mer med IT/IKT. Vidare forskning kring detta, att jämföra två skolor i två olika kommuner med olika ekonomiska förutsättningar hade gett ett resultat att sedan forskare vidare från.

8. Referenser

- Alibali, M. W., Nathan, M. J., Wolfgram, M. S., Church, R. B., Jacobs, S. A., Johnson Martinez, C., & Knuth, E. J. (2014). *How Teachers Link Ideas in Mathematics Instruction Using Speech and Gesture: A Corpus*
- Andersson, M. (2014). *Berättandets möjligheter Multimodala berättelser och estetiska lärprocesser*. (Avhandling, ISSN 1402-1544). Luleå tekniska universitet
- Arzarello, F., & Robutti, O. (2010). *Multimodality in multi-representational environments*. *Zdm*, 42(7), 715-731. doi:10.1007/s11858-010-0288-z
- Ferrara, F. (2014). How multimodality works in mathematical activity: young children graphing motion. *International Journal Of Science & Mathematics Education*, 12(4), 917-939. doi:10.1007/s10763-013-9438-4
- Gray, E.M. & Tall, D. O. (1994) Duality, Ambiguity and Flexibility: A Proceptual View of Simple Arithmetic, *The Journal for Research in Mathematics Education*, 26 (2), 115-141.
- Gray, E.M. & Tall, D.O. (2001) Relationships between embodied objects and symbolic procepts: an explanatory theory of success and failure in mathematics, *Proceedings of PME25*, juli, 2001. Mathematics Education Research Centre, University of Warwick, UK.
- Holme, I.M., Solvang Krohn, B.(2012). *Forskningsmetodik Om kvalitativa och kvantitativa metoder*. Lund: Studentlitteratur AB
- Hwang, W.-Y., Chen, N.-S., Dung, J.-J., & Yang, Y.-L., (2007) Multiple representation Skills and Creativity Effects on Mathematical Problem Solving using a Multimedia Whiteboard System. *Educational Technology & Society*, 10 (2), 191-212.
- Institutionen för pedagogik och didaktik, (2012) Hämtad 2016-12-19.
<http://www.edu.su.se/om-oss/nyheter/m%C3%A5nadens-profil/att-arbeta-multimodalt-1.93422>
- Selander, S. & Kress, G.R. (2010). *Design för lärande: ett multimodalt perspektiv*. Stockholm: Norstedt.
- Skolverket. (2011). *Läroplan för grundskolan, förskoleklassen och fritidshemmet 2011*. Hämtad 2016-11-10 från <http://www.skolverket.se/publikationer?id=2575>
- Skolverket. (2016). Hämtad 2016-12-08 från <http://www.skolverket.se/statistik-och-utvardering>

Skolverket. (2015). Hämtad 2017-01-14 från

<http://www.skolverket.se/skolutveckling/forskning/didaktik/tema-laromedel/vad-ar-laromedel-1.181690>

Stukát, S. (2005). *Att skriva examensarbete inom utbildningsvetenskap*. Lund: Studentlitteratur.

Säljö, R. (2012). Den lärande människan –*teoretiska traditioner*. Lundgren, U.P., Säljö, R. & Liberg, C. (Red.), *Lärande skola bildning grundbok för lärare* (s.139-196). Stockholm: Bokförlaget Natur & Kultur

Taflin, E. (2007). *Matematikproblem i skolan: för att skapa tillfällen till lärande*. (Doktorsavhandling, Umeå University, Department of Mathematics, ISSN 1102-8300 ; 39) Umeå: Matematik och matematisk statistik. Tillgänglig på Internet: Hämtad 2016-12-21 <http://umu.diva-portal.org/smash/get/diva2:140830/FULLTEXT01.pdf>

Tinér, M. & Muhrén, M. (2015) *Multimodalitet och problemlösningar i matematik*. B-uppsats, Lärarutbildningen, Lärare med inriktning mot förskoleklass och åk 1-3, Göteborgs Universitet.

Tall, D.O. (1995) Cognitive Growth in Elementary and Advanced Mathematical Thinking, *Plenary Lecture, Conference of the International Group for the Psychology of Learning Mathematics, Recife, Brazil, July 1995, (Vol 1, pp. 161-175)*.

Yimer, A., & Ellerton, N. F. (2010). A five-phase model for mathematical problem solving: Identifying synergies in pre-service-teachers' metacognitive and cognitive actions. *Zdm*, 42(2), 245-261. doi:10.1007/s11858-009-0223-3

Öman, A., & Sofkova Hashemi, S. (2015). Design and redesign of a multimodal classroom task – Implications for teaching and learning. *Journal of Information Technology Education: Research*, 14, 139-159. Retrieved from <http://www.jite.org/documents/Vol14/JITEv14ResearchP139-159Oman0743.pdf>

Bilaga 1.

Enkät om multimodal undervisning i matematik

Multimodal (multi=många) innebär att du i din undervisning kombinerar samtidigt olika modaliteter som till exempel ljud, bild, text, kroppsspråk, miner, film, it, med mera för att förstärka och uttrycka det du säger på fler än ett sätt.

Vilken årskurs undervisar du i? _____

1. Är du multimodal i din undervisning?

JA

NEJ

2. Hur många modaliteter tror du att du kombinerar i din matematikundervisning, medvetet eller omedvetet?

0

1-3

4-6

Fler än 6

3. Vilka modaliteter använder du dig mest av?

4. Skulle du vilja kombinera fler modaliteter i din matematikundervisning?

JA

NEJ

5. Skulle du mer ofta vilja vara multimodal i din matematikundervisning?

JA

NEJ

6. I det ”perfekta” klassrummet, vilka modaliteter kombinerar du där?

Tack för din medverkan!

Alla svar behandlas med fullständig anonymitet såsom att varken namn, skolans namn eller stadsdel/kommun kommer nämnas i något tryck.

Hälsningar

Marie Muhren